

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-329717

(43)Date of publication of application : 15.11.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 16/52
H01L 21/22

(21)Application number : 2001-130651

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 27.04.2001

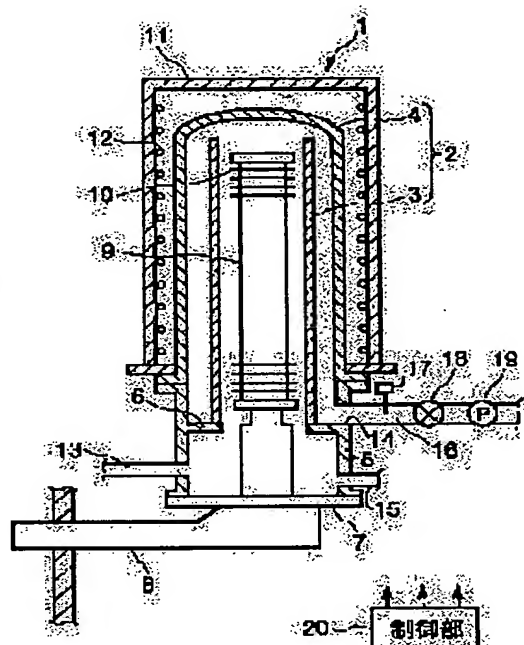
(72)Inventor : SUZUKI FUJIO

(54) HEAT TREATMENT METHOD OF OBJECT AND BATCH HEAT PROCESSING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat treatment method of an object, which can heat treat the object by using one recipe despite of the number of the objects, and to provide a heat treatment apparatus of batch heat processing system.

SOLUTION: This heat treatment apparatus 1 comprises a reaction chamber 2 for housing a wafer boat 9 which holds a plurality of semiconductor wafers 10, a treatment gas introducing tube 13 for feeding the gas into the reaction chamber 2, an exhaust means capable of setting the inner pressure of the reaction chamber 2 to a predetermined value, and a controller 20 for controlling these. While the controller 20 memorizes heat treatment conditions depending on the predetermined number of semiconductor wafers 10, it calculates the heat treatment condition depending on the number of the semiconductor wafers 10 based on these heat treatment conditions and controls the inside of the reaction chamber 2 based on the calculated heat treatment condition.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-329717

(P 2 0 0 2 - 3 2 9 7 1 7 A)

(43) 公開日 平成14年11月15日 (2002.11.15)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
H01L 21/31		H01L 21/31	E 4K030
C23C 16/52		C23C 16/52	5F045
H01L 21/22	511	H01L 21/22	511 A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全9頁)

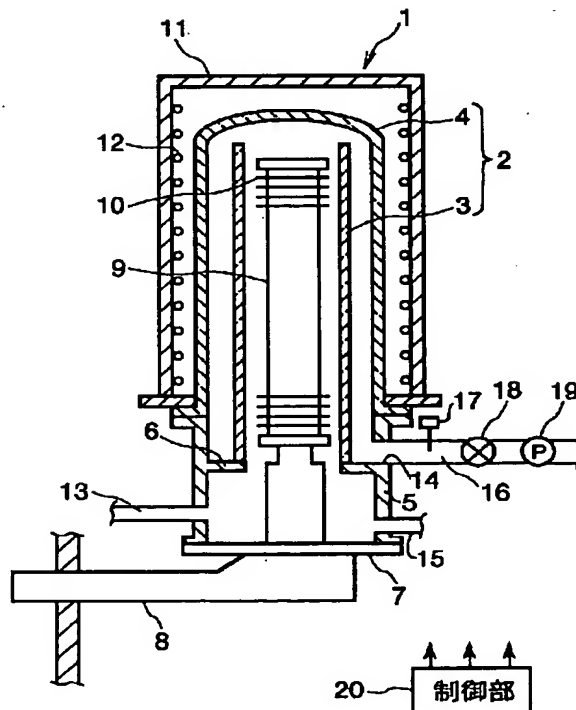
(21) 出願番号	特願2001-130651 (P 2001-130651)	(71) 出願人	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂5丁目3番6号
(22) 出願日	平成13年4月27日 (2001.4.27)	(72) 発明者	鈴木 富士雄 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
		(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
		F ターム (参考)	4K030 CA04 CA12 HA12 JA09 JA10 JA11 JA12 5F045 AB33 BB08 DP19 EC02 EE17 GB06 GB16 GB17

(54) 【発明の名称】 被処理体の熱処理方法及びバッチ式熱処理装置

(57) 【要約】

【課題】 熱処理を行う被処理体の数に拘わらずに、一のレシピで被処理体の熱処理を行うことができる被処理体の熱処理方法及びバッチ式熱処理装置を提供する。

【解決手段】 熱処理装置1は、複数枚の半導体ウエハ10を保持したウエハポート9を収容する反応管2と、反応管2内に処理ガスを供給する処理ガス導入管13と、反応管2内を所定の圧力に設定可能な排気手段と、これらを制御する制御部20とを備えている。制御部20は、所定枚数の半導体ウエハ10を熱処理した熱処理条件を記憶し、この熱処理条件をもとにして、熱処理を行う半導体ウエハ10の枚数に応じた熱処理条件を算出し、反応管2内を算出された熱処理条件に制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数枚の被処理体を保持した被処理体保持具を反応室内に挿入し、該反応室内に被処理体を収容する被処理体収容工程と、

前記反応室内を所定の温度に加熱するとともに、該反応室内のガスを排気して、当該反応室内を所定の圧力に設定する条件設定工程と、

前記条件設定工程により所定の温度及び圧力に設定された反応室内に処理ガスを供給して、前記被処理体を熱処理する熱処理工程とを備え、

前記条件設定工程は、所定枚数の被処理体を熱処理した熱処理条件をもとにして、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件を算出し、前記反応室内を算出された熱処理条件に制御する、ことを特徴とする被処理体の熱処理方法。

【請求項 2】前記条件設定工程は、予め設定された、被処理体の枚数と熱処理条件との関係式から、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内を制御する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の被処理体の熱処理方法。

【請求項 3】前記条件設定工程は、前記被処理体保持具に保持可能な最大枚数よりも少ない所定の枚数の被処理体を熱処理する場合に、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内を制御する、ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の被処理体の熱処理方法。

【請求項 4】前記条件設定工程は、熱処理を行う被処理体の枚数に応じて、前記反応室内を熱処理圧力、熱処理速度、及び熱処理時間の少なくとも 1 つの熱処理条件に制御する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の被処理体の熱処理方法。

【請求項 5】前記関係式に、2 種の異なる枚数で被処理体を熱処理した熱処理条件から、被処理体の枚数と熱処理条件との関係を求めた線形方程式を用いる、ことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の被処理体の熱処理方法。

【請求項 6】所定の温度に設定可能な加熱部を有し、複数枚の被処理体を保持した被処理体保持具を収容する反応室と、

前記反応室に接続されたガス供給管を有し、該反応室内に処理ガスを供給するガス供給手段と、

前記反応室に接続された排気管を有し、前記反応室内のガスを前記排気管から排気して、前記反応室内を所定の圧力に設定可能な排気手段と、

前記反応室内を所定の熱処理条件に制御する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、所定枚数の被処理体を熱処理した熱処理条件を記憶し、当該熱処理条件をもとにして、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件を算出し、前記反応室内を算出された熱処理条件に制御する、ことを

特徴とするバッチ式熱処理装置。

【請求項 7】前記制御手段は、熱処理を行う、被処理体の枚数と熱処理条件との関係式を記憶し、該関係式から熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内を制御する、ことを特徴とする請求項 6 に記載のバッチ式熱処理装置。

【請求項 8】前記制御手段は、前記被処理体保持具に保持可能な最大枚数よりも少ない所定の枚数の被処理体を熱処理する場合に、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内を制御する、ことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のバッチ式熱処理装置。

【請求項 9】前記熱処理条件は、熱処理圧力、熱処理速度、及び熱処理時間の少なくとも 1 つである、ことを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のバッチ式熱処理装置。

【請求項 10】前記関係式は、2 種の異なる枚数で被処理体を熱処理した熱処理条件から、被処理体の枚数と熱処理条件との関係を求めた線形方程式である、ことを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のバッチ式熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被処理体の熱処理方法及びバッチ式熱処理装置に関し、詳しくは、バッチ式熱処理装置を用いて複数の被処理体を熱処理する被処理体の熱処理方法及びバッチ式熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造工程においては、多数の被処理体、例えば、半導体ウエハに成膜処理、酸化処理、拡散処理等の熱処理を行うバッチ式熱処理装置が用いられている。バッチ式熱処理装置としては、例えば、図 9 に示すような熱処理装置 51 が用いられ、次のようにして、半導体ウエハが熱処理される。

【0003】まず、内管 52a 及び外管 52b からなる二重管構造の反応管 52 をヒータ 53 により所定の温度に加熱する。また、複数枚の半導体ウエハ 54 を収容したウエハポート 55 を反応管 52 (内管 52a) 内にロードする。次に、排気ポート 56 から反応管 52 内のガスを排出し、反応管 52 内を所定の圧力に減圧する。反応管 52 内が所定の圧力に減圧されると、ガス導入管 57 から内管 52a 内に処理ガスを供給し、半導体ウエハ 54 が熱処理される。

【0004】ところで、近年、多種多様な半導体デバイスが要求されており、いわゆる小ロットで多種類の半導体ウエハ 54 を熱処理することが必要となる場合がある。このため、熱処理装置 51 を用いた一度の熱処理で 150 枚の半導体ウエハ 54 の熱処理を行う場合もあれば、例えば、100 枚、50 枚、25 枚のように少ない枚数の半導体ウエハ 54 の熱処理を行う場合もある。

【0005】少ない枚数の半導体ウエハ 54 の熱処理を

行う場合、安定した熱処理を行うために、ウエハポート 55 内に、いわゆるダミーウエハを収容し、ウエハポート 55 内が満載された状態で半導体ウエハ 54 の熱処理が行われている。しかしながら、熱処理される半導体ウエハ 54 の数に応じて、ダミーウエハをウエハポート 55 内に収容する作業を行わなければならない、熱処理工程が煩雑になり、時間がかかってしまう。また、ダミーウエハは、複数回の熱処理毎に洗浄し、繰り返し使用されるが、最終的には廃棄処分しなければならない、半導体デバイスのコストが高くなってしまう。

【0006】このため、少ない枚数の半導体ウエハ 54 の熱処理を行う場合に、ダミーウエハでウエハポート 55 内が満載された状態にすることなく、ウエハポート 55 内に空き領域を設けた状態で、反応管 52 の温度、圧力、処理ガスの流量等を制御する方法が検討されている。例えば、排気ポート 56 に圧力センサ 58 を設置し、圧力センサ 58 により検出された圧力が所定の圧力に維持されるように、反応管 52 の圧力が制御されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ウエハポート 55 に収容する半導体ウエハ 54 の処理枚数が異なると、圧力センサ 58 により検出された圧力を所定の圧力に維持しても、反応管 52 内の圧力が変動してしまう。これは、反応管 52 内のコンダクタンスが変動し、このコンダクタンスの変動分だけ反応管 52 内の圧力が変動してしまうためである。このため、反応管 52 内の圧力を所定の圧力に制御するには、半導体ウエハ 54 の処理枚数毎にレシピを作成し、反応管 52 の圧力を制御しなければならない、熱処理に伴う操作が煩雑になるという問題があった。

【0008】さらに、ウエハポート 55 に収容する半導体ウエハ 54 の処理枚数により反応管 52 内の圧力が変動すると、熱処理速度、例えば、半導体ウエハ 54 に薄膜を形成する熱処理における成膜レートが変動してしまい、半導体ウエハ 54 に所望の熱処理を行うことが困難であった。

【0009】本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、熱処理を行う被処理体の数に拘わらずに、一のレシピで被処理体の熱処理を行うことができる被処理体の熱処理方法及びバッチ式熱処理装置を提供することを目的とする。また、本発明は、熱処理を行う被処理体の数に拘わらずに、被処理体の熱処理を容易に行うことができる被処理体の熱処理方法及びバッチ式熱処理装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の第 1 の観点にかかる被処理体の熱処理方法は、複数枚の被処理体を保持した被処理体保持具を反応室に挿入し、該反応室内に被処理体を収容する被処理

体収容工程と、前記反応室内を所定の温度に加熱するとともに、該反応室内のガスを排気して、当該反応室内を所定の圧力に設定する条件設定工程と、前記条件設定工程により所定の温度及び圧力に設定された反応室内に処理ガスを供給して、前記被処理体を熱処理する熱処理工程とを備え、前記条件設定工程は、所定枚数の被処理体を熱処理した熱処理条件をもとにして、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件を算出し、前記反応室内を算出された熱処理条件に制御する、ことを特徴とする。

【0011】この構成によれば、条件設定工程において、所定枚数の被処理体を熱処理した熱処理条件をもとにして、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件が算出され、反応室内が算出された熱処理条件に制御される。このため、熱処理を行う被処理体の枚数毎に熱処理条件を予め規定する必要がなくなり、一のレシピで被処理体の熱処理が行われる。また、被処理体の熱処理が容易になる。

【0012】前記条件設定工程は、予め設定された、被処理体の枚数と熱処理条件との関係式から、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内を制御することが好ましい。この場合、被処理体の枚数と熱処理条件との関係式から、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件が算出され、反応室内が算出された熱処理条件に制御される。

【0013】前記条件設定工程は、例えば、前記被処理体保持具に保持可能な最大枚数よりも少ない所定の枚数の被処理体を熱処理する場合に、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内が制御される。

【0014】前記条件設定工程は、例えば、熱処理を行う被処理体の枚数に応じて、前記反応室内が熱処理圧力、熱処理速度、及び熱処理時間の少なくとも 1 つの熱処理条件に制御される。

【0015】前記関係式に、2 種の異なる枚数で被処理体を熱処理した熱処理条件から、被処理体の枚数と熱処理条件との関係を求めた線形方程式を用いることが好ましい。この場合、関係式を容易に作成することができる。

【0016】この発明の第 2 の観点にかかるバッチ式熱処理装置は、所定の温度に設定可能な加熱部を有し、複数枚の被処理体を保持した被処理体保持具を収容する反応室と、前記反応室に接続されたガス供給管を有し、該反応室内に処理ガスを供給するガス供給手段と、前記反応室に接続された排気管を有し、前記反応室内のガスを前記排気管から排気して、前記反応室内を所定の圧力に設定可能な排気手段と、前記反応室内を所定の熱処理条件に制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、所定枚数の被処理体を熱処理した熱処理条件を記憶し、当該熱処理条件をもとにして、熱処理を行う被処理体の枚

数に応じた熱処理条件を算出し、前記反応室内を算出された熱処理条件に制御する、ことを特徴とする。

【0017】この構成によれば、制御手段には所定枚数の被処理体を熱処理した熱処理条件が記憶されている。制御手段は、記憶した熱処理条件をもとにして、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件を算出し、反応室内を算出された熱処理条件に制御する。このため、熱処理を行う被処理体の枚数毎に熱処理条件を予め規定する必要がなくなり、一のレシピで被処理体の熱処理が行われる。また、被処理体の熱処理が容易になる。

【0018】前記制御手段は、熱処理を行う、被処理体の枚数と熱処理条件との関係式を記憶し、該関係式から熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内を制御することが好ましい。この場合、制御手段が、被処理体の枚数と熱処理条件との関係式から、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件を算出し、反応室内を算出された熱処理条件に制御する。

【0019】前記制御手段は、例えば、前記被処理体保持具に保持可能な最大枚数よりも少ない所定の枚数の被処理体を熱処理する場合に、熱処理を行う被処理体の枚数に応じた熱処理条件に前記反応室内を制御する。

【0020】前記熱処理条件としては、例えば、熱処理圧力、熱処理速度、及び熱処理時間の少なくとも一つであることが好ましい。また、前記関係式は、2種の異なる枚数で被処理体を熱処理した熱処理条件から、被処理体の枚数と熱処理条件との関係を求めた線形方程式であることが好ましい。この場合、関係式を容易に作成することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態にかかる被処理体の熱処理方法及びバッチ式熱処理装置について説明する。本実施の形態では、バッチ式熱処理装置に、図1に示す縦型のバッチ式熱処理装置を用いた場合を例に説明する。

【0022】図1に示すように、熱処理装置1は、長手方向が垂直方向に向けられた略円筒状の反応管2を備えている。反応管2は、内管3と、内管3を覆うとともに内管3と一定の間隔を有するように形成された有天井の外管4とから構成された二重管構造を有する。内管3及び外管4は、耐熱材料、例えば、石英により形成されている。

【0023】外管4の下方には、筒状に形成されたステンレス鋼(SUS)からなるマニホールド5が配置されている。マニホールド5は、外管4の下端と気密に接続されている。また、内管3は、マニホールド5の内壁から突出すると共に、マニホールド5と一体に形成された支持リング6に支持されている。

【0024】マニホールド5の下方には蓋体7が配置され、ポートエレベータ8により蓋体7は上下動可能に構成されている。そして、ポートエレベータ8により蓋体

7が上昇すると、マニホールド5の下方側が閉鎖される。

【0025】蓋体7には、例えば、石英からなるウエハポート9が載置されている。ウエハポート9は、被処理体、例えば、半導体ウエハ10が垂直方向に所定の間隔をおいて複数枚、例えば、150枚収容可能に構成されている。

【0026】反応管2の周囲には、反応管2を取り囲むように断熱体11が設けられ、その内壁面には、例えば抵抗発熱体からなる昇温用ヒータ12が設けられている。

【0027】マニホールド5の側面には、複数の処理ガス導入管13が挿通されている。なお、図1では処理ガス導入管13を一つだけ描いている。処理ガス導入管13は内管3内を臨むように配設されている。例えば、図1に示すように、支持リング6より下方(内管3の下方)のマニホールド5の側面から処理ガス導入管13が挿通されている。そして、処理ガス導入管13から処理ガスが半導体ウエハ10に導入される。

【0028】マニホールド5の側面には排出口14が設けられている。排出口14は支持リング6より上方に設けられており、反応管2内の内管3と外管4との間に形成された空間に連通する。そして、処理ガスが処理ガス導入管13から内管3内に供給され、半導体ウエハ10の熱処理が行われ、熱処理によって発生した排ガス等が内管3と外管4との間の空間を通過して排出口14に排出される。また、マニホールド5側面の排出口14の下方には、パージガスとしての窒素ガスを供給するパージガス供給管15が挿通されている。

【0029】排出口14には排気管16が気密に接続されている。排気管16の排出口14近傍には、圧力センサ17が配置されている。圧力センサ17は、反応管2内の圧力を測定するセンサであり、その先端が排出口14近傍の排気管16内に位置するように配置されている。

【0030】また、排気管16には、その上流側から、バルブ18と、真空ポンプ19とが介設されている。バルブ18は、排気管16の開度を調整して、反応管2内の圧力を所定の圧力に制御する。真空ポンプ19は、排気管16を介して反応管2内のガスを排気するとともに、反応管2内の圧力を調整する。

【0031】ポートエレベータ8、昇温用ヒータ12、処理ガス導入管13、パージガス供給管15、圧力センサ17、バルブ18、真空ポンプ19には、制御部20が接続されている。図2に制御部20の電氣的構成をブロック図で示す。

【0032】図2に示すように、制御部20は、CPU21と、メモリ22と、入出力インターフェース23と、補助記憶装置24とを備えている。CPU21はメモリ22に記憶されたレシピに定義されている操作を実

行することにより、本発明の熱処理を実行する。このレシピは、フレキシブルディスク、CD-ROM等の携帯型記録媒体に格納され、携帯型記録媒体から補助記憶装置24に転送され、熱処理実行時にはメモリ22に記憶される。

【0033】入出力インターフェース23は、熱処理装置1の各部に設けられたセンサ、例えば、温度センサ、圧力センサ17等に接続されている。そして、CPU21は、各センサにより熱処理装置1の各部の温度、圧力等を測定させ、入出力インターフェース23を介して測定データを取り込む。

【0034】補助記憶装置24は、例えば、ハードディスクメモリから構成され、熱処理条件を設定したレシピが記憶されている。このレシピは、CPU21によりメモリ22に転送される。そして、CPU21は、各部のセンサにより測定された熱処理装置1の各部の温度、圧力等の測定データとレシピとに基づいて、熱処理装置1の各部に制御信号等を出力して、熱処理装置1の温度、熱処理時間、反応管2内の圧力、例えば、バルブ18、真空ポンプ19等を制御する。

【0035】また、補助記憶装置24には、熱処理を行う半導体ウエハ10の枚数と、熱処理条件、例えば、反応管2内の圧力、熱処理速度、熱処理時間との関係式が記憶されている。この関係式は、半導体ウエハ10の枚数が異なる複数の熱処理における熱処理条件をもとにして作成され、レシピとともにCPU21によりメモリ22に転送される。そして、CPU21は、この関係式から、ウエハポート9に収容される半導体ウエハ10の枚数に応じた熱処理条件を算出し、反応管2内を算出された熱処理条件に制御する。

【0036】図3に熱処理を行う半導体ウエハ10の枚数と熱処理条件との関係式の一例として、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式をグラフに示す。この関係式は、半導体ウエハ10の枚数が異なる複数の熱処理における反応管2内の圧力をもとにして作成されている。関係式の作成に用いられる半導体ウエハ10の枚数は大きく異なっていることが好ましく、本例では、ウエハポート9の最大収容枚数である150枚と、ウエハポート9の最小収容枚数である25枚とが用いられている。以下、この関係式の作成手順について説明する。

【0037】まず、ウエハポート9に150枚の半導体ウエハ10を収容し、収容された半導体ウエハ10を熱処理して最適な反応管2内の圧力を求める。次に、ウエハポート9に25枚の半導体ウエハ10を収容し、例えば、薄膜を形成する場合には同一の膜厚が得られるように、収容された半導体ウエハ10が同一の熱処理となる反応管2内の圧力を求める。続いて、両者の半導体ウエハ10の枚数と、これらの枚数での反応管2内の圧力から、半導体ウエハ10の枚数(X)と反応管2内の圧力

(Y)との関係式、例えば、線形方程式($Y = aX + b$)を作成する。

【0038】例えば、半導体ウエハ10が150枚での反応管2内の圧力が57.2Pa(0.43Torr)、半導体ウエハ10が25枚での反応管2内の圧力が53.4Pa(0.40Torr)である場合、これらの値を線形方程式に代入すると、

$$57.2 = 150a + b$$

$$53.4 = 25a + b$$

となる。この二式からa及びbを求めると、 $a = 0.0304$ 、 $b = 52.64$ となり、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式は、

$$Y = 0.0304X + 52.64$$

となる。

【0039】このように、反応管2内を圧力制御するのは、ウエハポート9に収容される半導体ウエハ10の処理枚数の違いにより、反応管2内の圧力が変化するためである。これは、反応管2内の半導体ウエハ10を有するところでは、反応管2内のコンダクタンスが低くなり、反応管2内の圧力が減少するが、半導体ウエハ10を有しないところでは、反応管2内のコンダクタンスが低くならず、反応管2内の圧力が減少しにくくなるためである。このため、ウエハポート9に収容される半導体ウエハ10の処理枚数の違いに拘わらず、一のレシピで同一の熱処理が行われるように、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式が記憶され、制御部20(CPU21)により反応管2内が関係式に適合した圧力に制御される。

【0040】次に、以上のように構成された熱処理装置1を用いた被処理体の熱処理方法について、半導体ウエハ10にシリコン窒化膜を形成する場合を例に、図4に示すレシピ(タイムシーケンス)を参照して説明する。本例では、ウエハポート9に50枚の半導体ウエハ10が収容された場合に、ウエハポート9に半導体ウエハ10が満載(150枚の半導体ウエハ10が収容)された場合と同様のシリコン窒化膜の膜厚が得られる半導体ウエハ10の熱処理方法(反応管2内の圧力制御)について説明する。なお、以下の説明において、熱処理装置1を構成する各部の動作は、制御部20(CPU21)によりコントロールされている。

【0041】まず、ポートエレベータ8により蓋体7が下げられた状態で、満載時(150枚)よりも少ない枚数、例えば、50枚の半導体ウエハ10が収容されたウエハポート9を蓋体7上に載置する。なお、50枚の半導体ウエハ10は、ウエハポート9の下側(図1の下方)に寄せ、この上に複数枚のダミーウエハを収容した。また、熱的に不均一になりやすい、ウエハポート9の上端及び下端には複数枚のサイドウエハを収容し、半導体ウエハ10の温度補償を行った。

【0042】次に、パージガス供給管15から反応管2

内に所定量の窒素ガスを供給し、ポートエレベータ8により蓋体7を上昇させて、ウエハポート9(半導体ウエハ10)を反応管2内に収容する。これにより、半導体ウエハ10が反応管2内に収容されるとともに反応管2が密閉され、半導体ウエハ10が反応管2内にロードされる(ロード工程)。

【0043】反応管2を密閉した後、昇温用ヒータ12により、反応管2内を所定の温度、例えば、760℃に加熱する。また、反応管2内のガスを排出し、減圧を開始する。具体的には、パージガス供給管15から反応管2内に所定量の窒素ガスを供給するとともに、バルブ18の開度を制御しつつ、真空ポンプ19を駆動させて、反応管2内のガスを排出する。反応管2内のガスの排出は、反応管2内の圧力が常圧から所定の圧力になるまで行う。ここで、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式から、50枚の半導体ウエハ10が収容された場合の反応管2内の圧力が算出される。反応管2内の圧力は、 $0.0304 \times 50 + 52.64 = 54.16 \text{ Pa}$ (0.41 Torr)に制御される。そして、反応管2内が所定の圧力及び温度で安定するまで、この減圧操作及び加熱操作を行う(安定化工程)。

【0044】反応管2内が所定の圧力及び温度で安定すると、パージガス供給管15からの窒素ガスの供給を停止する。そして、処理ガス導入管13から処理ガスとしての SiH_2Cl_2 ガスを所定量、例えば、0.1リットル/min、 NH_3 ガスを所定量、例えば、1リットル/min、不活性ガスとしての N_2 ガスを所定量、例えば、0.05リットル/min供給する。

【0045】反応管2内では化学式1に示す反応が起こり、半導体ウエハ10の表面にシリコン窒化膜(Si_3N_4 膜)が形成される(熱処理工程)。

【化1】 $10\text{NH}_3 + 3\text{SiH}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{NH}_4\text{Cl} + 6\text{H}_2$

【0046】半導体ウエハ10上に所定厚のシリコン窒化膜が形成されると、処理ガス導入管13からの SiH_2Cl_2 ガス、 NH_3 ガス、 N_2 ガスの供給を停止する。そして、バルブ18の開度を制御しつつ、真空ポンプ19を駆動させて、反応管2内のガスを排出し、パージガス供給管15から所定量の窒素ガスを供給して、反応管2内のガスを排気管16に排出する(パージ工程)。なお、反応管2内のガスを確実に排出するために、反応管2内のガスの排出及び窒素ガスの供給を複数回繰り返すことが好ましい。

【0047】最後に、パージガス供給管15から所定量の窒素ガスを供給して、反応管2内を常圧に戻し、ウエハポート9(半導体ウエハ10)を反応管2からアンロードする(アンロード工程)。

【0048】以上のように形成されたウエハポート9に半導体ウエハ10を50枚を収容した場合の反応管2内の圧力及びシリコン窒化膜の膜厚を図5に示す。また、

本発明の効果を確認するため、ウエハポート9に半導体ウエハ10を100枚収容し、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式に適合した反応管2内の圧力(55.68 Pa)に制御した場合についても、同様に半導体ウエハ10上にシリコン窒化膜を形成した。この場合の反応管2内の圧力及びシリコン窒化膜の膜厚を図5に示す。さらに、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式の作成に用いたウエハポート9に150枚、25枚の半導体ウエハ10を収容した場合の反応管2内の圧力及びシリコン窒化膜の膜厚も図5に示す。

【0049】図5に示すように、半導体ウエハ10の枚数に拘わらず、半導体ウエハ10上に形成されるシリコン窒化膜の膜厚はほぼ同一であり、反応管2内の圧力を、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式に適合した圧力に制御することにより、シリコン窒化膜の膜厚をほぼ同一にすることができると確認できた。このため、制御部20内に半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式を記憶させ、反応管2内の圧力をこの関係式に適合した圧力に制御することにより、半導体ウエハ10の枚数に拘わらずに、一のレシピで半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を形成することができる。従って、半導体ウエハ10の枚数に拘わらずに、半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を容易に形成することができる。

【0050】以上説明したように、本実施の形態によれば、制御部20内に半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式を記憶させ、反応管2内の圧力をこの関係式に適合した圧力に制御しているので、半導体ウエハ10の枚数に拘わらずに、一のレシピで半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を形成することができる。

【0051】本実施の形態によれば、反応管2内の圧力を、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式に適合した圧力に制御しているので、半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を容易に形成することができる。

【0052】本実施の形態によれば、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式は、半導体ウエハ10の枚数が異なる2つの熱処理における反応管2内の圧力をもとにして作成されているので、容易に関係式を作成することができる。さらに、関係式の作成に用いられる半導体ウエハ10の枚数が大きく異なっている(150枚と25枚)ので、関係式の信頼性を向上させることができる。

【0053】なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、例えば、以下の場合であってもよい。

【0054】本実施の形態では、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式を例に本発明を説明したが、半導体ウエハ10の枚数と所定の熱処理条件との

関係式であればよく、例えば、半導体ウエハ10の枚数と熱処理時間(成膜時間)との関係式であってもよい。図6に半導体ウエハ10の枚数と、この枚数での成膜時間との関係式を示す。この関係式は、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式と同様に、150枚の半導体ウエハ10に所定厚のシリコン窒化膜を形成する成膜時間と、25枚の半導体ウエハ10に同一厚のシリコン窒化膜が得られるような成膜時間とを求め、両者の結果から線形方程式($Y = aX + b$)が作成される。半導体ウエハ10が150枚での成膜時間が64.42分(約64分25秒)、半導体ウエハ10が25枚での成膜時間が67.3分(67分18秒)であり、半導体ウエハ10の枚数と成膜時間との関係式は、 $Y = -0.023X + 67.87$ となる。このため、例えば、半導体ウエハ10が50枚の場合、成膜時間を66.72分(約66分43秒)とすることにより、半導体ウエハ10上に同一厚のシリコン窒化膜を形成することができる。このような関係式を制御部20内に記憶させ、成膜時間をこの関係式に適合した時間に制御することにより、半導体ウエハ10の枚数に拘わらずに、一のレシピで半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を形成することができる。また、半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を容易に形成することができる。

【0055】さらに、図7に示すように、半導体ウエハ10の枚数と熱処理速度(成膜レート)との関係式であってもよい。この関係式も半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式と同様に、150枚の半導体ウエハ10に所定厚のシリコン窒化膜を形成する成膜レートと、25枚の半導体ウエハ10に同一厚のシリコン窒化膜が得られるような成膜レートとを求め、両者の結果から線形方程式($Y = aX + b$)が作成される。半導体ウエハ10が150枚での成膜レートが2.33nm/min、半導体ウエハ10が25枚での成膜レートが2.23nm/min、であり、半導体ウエハ10の枚数と成膜レートとの関係式は、 $Y = 0.0008X + 2.21$ となる。このため、例えば、半導体ウエハ10が50枚の場合、成膜レートを2.25nm/minとすることにより、半導体ウエハ10上に同一厚のシリコン窒化膜を形成することができる。このような関係式を制御部20内に記憶させ、成膜レートをこの関係式に適合した速度に制御することにより、半導体ウエハ10の枚数に拘わらずに、一のレシピで半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を形成することができる。また、半導体ウエハ10上に所望の厚さのシリコン窒化膜を容易に形成することができる。

【0056】また、本発明は、これらの関係式が単独で用いられる場合に限定されるものではなく、例えば、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式、及び半導体ウエハ10の枚数と成膜時間との関係式を用

いるように、これらを併用してもよい。

【0057】本実施の形態では、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式を、2種の異なる枚数で半導体ウエハ10を熱処理した反応管2内の圧力をもとにして作成した場合を例に本発明を説明したが、例えば、図8に示すように、半導体ウエハ10が25枚、50枚、75枚、100枚、125枚、150枚での反応管2内の圧力をもとにした近似直線により、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力との関係式を作成してもよい。この場合、関係式の信頼性を向上させることができる。また、この関係式は、一の線形方程式に限定されるものではなく、例えば、半導体ウエハ10が50枚未満と、50枚以上との2つの線形方程式から作成してもよい。

【0058】本実施の形態では、半導体ウエハ10の枚数と反応管2内の圧力とを線形方程式からなる関係式により規定した場合を例に本発明を説明したが、例えば、各半導体ウエハ10の枚数における反応管2内の圧力を規定したデータベースを用いてもよい。

【0059】本実施の形態では、半導体ウエハ10にシリコン窒化膜を形成する場合を例に本発明を説明したが、本発明は、酸化処理、拡散処理等、各種の熱処理に適用することができる。また、本実施の形態では、バッチ式熱処理装置について、反応管2が内管3と外管4とから構成された二重管構造のバッチ式縦型熱処理装置の場合を例に本発明を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、内管3を有しない単管構造のバッチ式熱処理装置に適用することも可能である。さらに、被処理体は半導体ウエハ10に限定されるものではなく、例えばLCD用のガラス基板等にも適用することができる。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、熱処理を行う被処理体の数に拘わらずに、一のレシピで被処理体の熱処理を行うことができる。また、熱処理を行う被処理体の数に拘わらずに、被処理体の熱処理を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の熱処理装置の概略図である。

【図2】本発明の実施の形態の制御部の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施の形態の半導体ウエハの枚数と反応管内の圧力との関係式を示したグラフである。

【図4】本発明の実施の形態のシリコン窒化膜の形成方法を説明するためのレシピを示した図である。

【図5】半導体ウエハの所定枚数での反応管内の圧力とシリコン窒化膜の膜厚とを示した表である。

【図6】他の発明の実施の形態の半導体ウエハの枚数と成膜時間との関係式を示したグラフである。

【図7】他の発明の実施の形態の半導体ウエハの枚数と成膜レートとの関係式を示したグラフである。

【図8】他の発明の実施の形態の半導体ウエハの枚数と反応管内の圧力との関係式を示したグラフである。

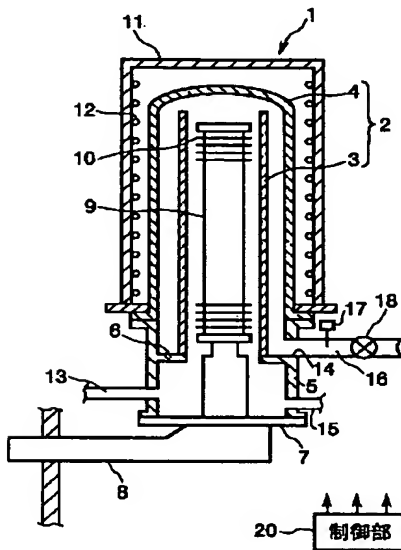
【図9】従来の熱処理装置の概略図である。

【符号の説明】

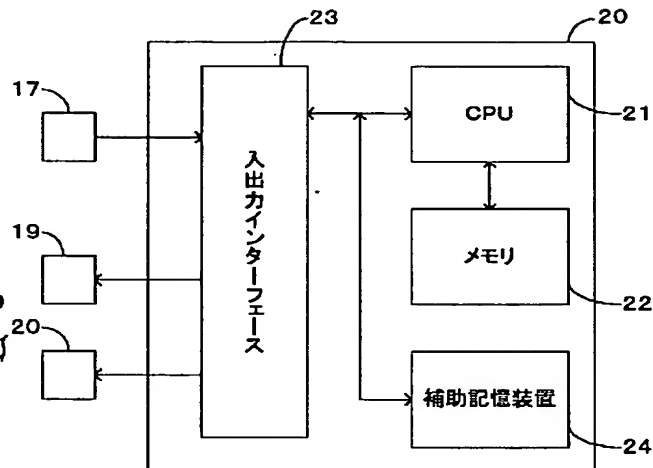
- 1 熱処理装置
- 2 反応管
- 3 内管
- 4 外管

- 9 ウエハポート
- 10 半導体ウエハ
- 12 昇温用ヒータ
- 13 処理ガス導入管
- 14 排出口
- 16 排気管
- 18 バルブ
- 19 真空ポンプ
- 20 制御部
- 10 21 CPU

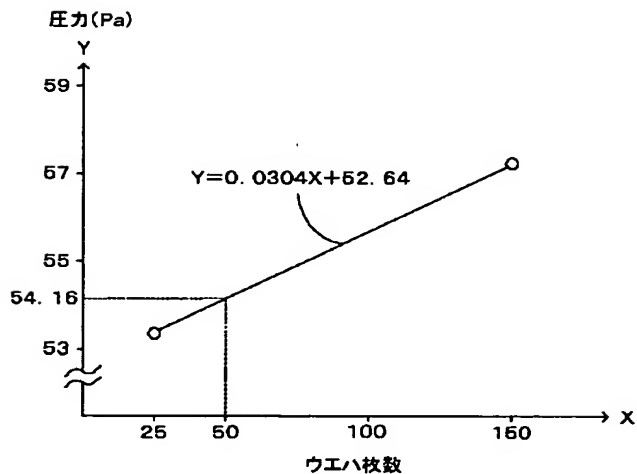
【図1】



【図2】



【図3】



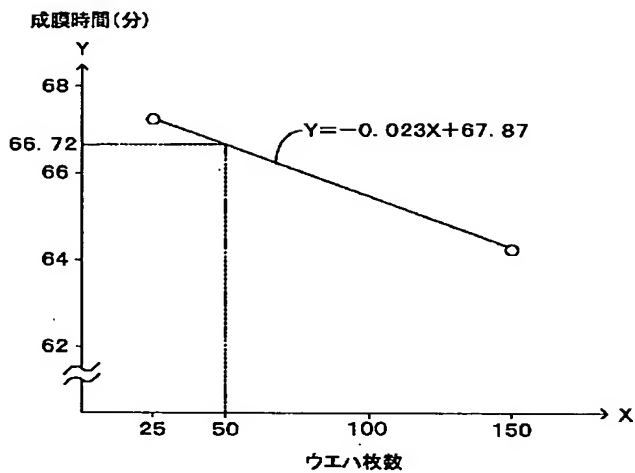
【図5】

ウエハ枚数	反応管圧力 (Pa)	膜厚 (nm)
150	57.2	156
100	55.68	157
50	54.16	156
25	53.4	156

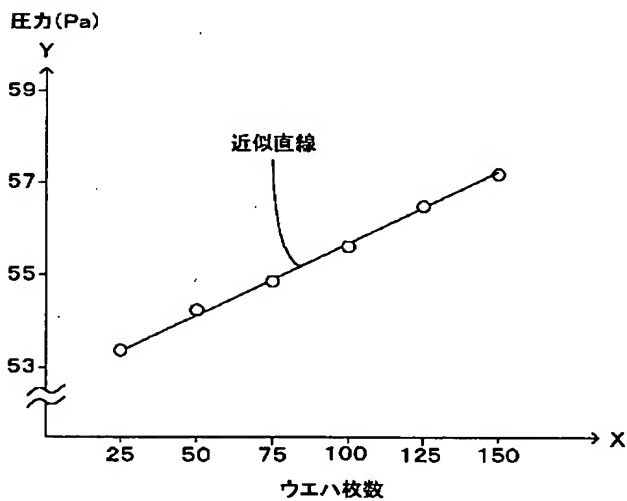
【図4】

	ロード	安定化	熱処理	パージ	アンロード
温度 (℃)			760		
圧力 (Pa)	常圧		54.16		常圧
N ₂ (リットル/分)			0.05		
SiH ₂ Cl ₂ (リットル/分)			0.1		
NH ₃ (リットル/分)			1		

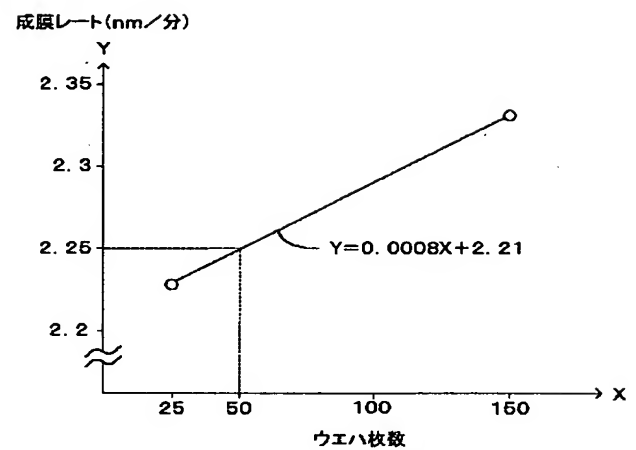
【図6】



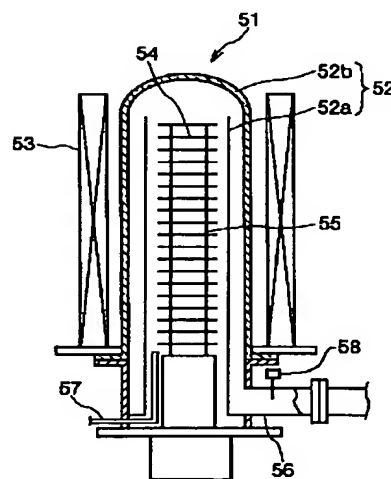
【図8】



【図7】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.